

stand für die Praxis durchaus empfohlen werden können, weil sie sehr bequem und übersichtlich in der Handhabung sind. Sie bedürfen aber, **wie jede andere Prüfungsmaschine**, der erstmaligen und zeitweiligen Kontrolle auf ihre Richtigkeit. Bei der ersten Kontrolle sollte man die Stellung des Bockes 23 Fig. 2 durch eine scharfe Strichmarke auf der Fläche des Maschinengestell deutlich sichtbar machen, um jede Veränderung sofort erkennen zu können. Der schnelle Nachweis über die Richtigkeit der Maschine innerhalb der praktisch in Frage kommenden Grenzen bei geringer Belastung bis zu 10 000 kg lässt sich durch die für die Maschine konstruierte Kontrolwage jederzeit leicht erbringen. Die genauere Untersuchung geschieht am besten auf weit umständlicherem Wege mit dem Kontrolstabe, (534 f) solange ein besseres Mittel noch nicht gefunden ist.

**588.** Zug- und Druckversuch. Die Einspannvorrichtungen, wie sie Ehrhardt liefert, sind in den Fig. 1 u. 2, Taf. 9, angedeutet; die von der Versuchsanstalt benutzten sind in Fig. 33 (71 S. 41) schematisch gezeichnet. Für Rundstäbe kommt in diese letzte Vorrichtung an Stelle der beiden gezahnten Keile ein Schieber Fig. 416 mit Schlitz und Vertiefung zur Aufnahme der Kugellager. Die einfachen Einspannungen für Druckversuche, die untere mit Kugelgelenk, sind in Fig. 5 bis 8, Taf. 9, gezeichnet. Für Körper mit grösseren Abmessungen werden zur Vergrößerung der Druckflächen über die Körper 29 und 30, in welche entsprechende Nuthen zum Festhalten eingehobelt sind, grössere Platten geschoben.

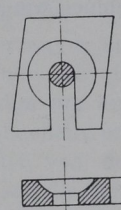


Fig. 416.

**589.** Biegeversuch. Für den Biegeversuch werden auf dem Tisch 4 Fig. 1, 2 u. 16 die Stützen 33 u. 35 angebracht und mittelst Rechts- und Linksgewinde auf die Stützweiten bis zu 1 m eingestellt. Die Auflagerstücke in diesen Stützen sollte man, wie in Fig. 18 angedeutet, als unten kreisförmige lose Einlagen gestalten, so dass sie sich auch bei Proben mit windschiefen Flächen richtig anlegen.

**590.** Scheer- und Lochversuch. Die von mir entworfenen Einrichtungen für Scheer- und Lochversuche bildete ich bereits in Fig. 161 u. 168 (216 u. 222,) ab.

## 5. Maschinenfabrik von C. Hoppe in Berlin.

(Tafel 10.)

**591.** Allgemeines. Die 500 000 kg-Maschine von Hoppe ist bisher in einem Exemplar für die Versuchsanstalt in Charlottenburg gebaut. Sie hat eine nutzbare Länge für Zugversuche von etwa 17 m und für Druckversuche von etwa 15 m. Die allgemeine Anordnung geht aus dem Schema 417 S. 406 hervor, in welchem die einzelnen Glieder mit den gleichen Ziffern bezeichnet sind, wie auf Taf. 10.

**592.** Der Antrieb besteht aus einer fahrbaren hydraulischen Presse, deren Cylinder 2 in dem Gussstück 3 steckt, das zusammen mit den Zugstangen und dem Gussstück 4 den Wagen bildet. Dieser ist durch die Räder 8 auf dem Maschinenbett 1 gestützt, das seine Laufbahn bildet und aus zwei starken gusseisernen Gitterträgern besteht, die mit einander durch Horizontalgitterwerke versteift und ausserdem in das Fundament ein-

gemauert sind. Der Kolben 6 ist mit dem Querhaupt 7 verbunden, durch dessen Augen, ebenso wie durch diejenigen des Gussstückes 3, die beiden Hauptspindeln 13 der Maschine hindurch gehen. Diese Spindeln sind auf etwa 12 m Länge mit Schraubengewinde versehen, welche gestatten, den Cylinder oder den Kolben des Antriebes an irgend einer Stelle dieser Strecke festzulegen.

a. Das geschieht bei der Ausführung von Zugversuchen durch Einstellung des einen Mutterpaares 9 vor dem Querhaupt 7 des Kolbens, wie in Fig. 1—3 gezeichnet. Die gemeinsame Einstellung beider Muttern erfolgt durch ein Kegelradgetriebe. Wenn jetzt Druckwasser in den Cylinder gelassen wird, so wird der Cylinder sammt Wagen nach rechts geschoben und die mit dem Querhaupt 4 verbundene Probe wird auf Zug beansprucht, während in den Hauptspindeln 13 Druckbeanspruchung erzeugt wird. Zwischen Spindel und Probe vermittelt am anderen Ende der Maschine, wie später noch zu zeigen ist, die Wage den Ausgleich.

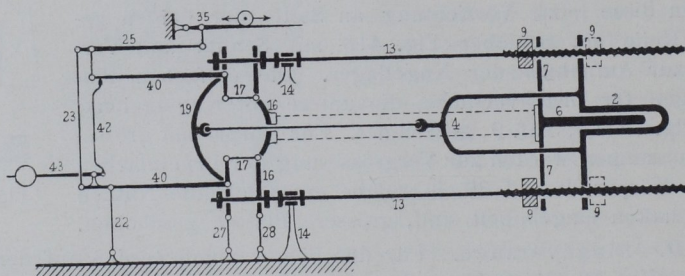


Fig. 417.

b. Bei der Ausführung von Druckversuchen wird das erste Mutterpaar 9 so eingestellt, dass es den Kolben frei giebt, während das zweite Paar gegen das Querhaupt 3 des Wagens gebracht wird, so dass jetzt der Cylinder gegen die Hauptspindeln 13 festgelegt ist. Der Wasserdruck wird nun den Kolben voranschleiben und im Probestück Druckspannung erzeugen, während in den Spindeln Zug hervorgebracht wird. Den Ausgleich zwischen beiden Kräften besorgt wiederum die Wage. Zur Uebertragung der Druckkraft vom Kolben auf Probestück und Wage dient eine Verlängerung, die, am Kolben befestigt, durch das Querhaupt 4 hindurchgeht und vorn die Einspannvorrichtung [Kugelgelenk nach Art von Fig. 38, S. 44] trägt.

c. Kurze Probekörper, wie Steinquadern, Mauerpfeiler u. s. w. können ohne Benutzung der Wage unmittelbar zwischen den beiden Querhäuptern 4 u. 7 auf Druck geprüft werden. Die Ausschaltung der Wage ist zulässig, weil durch sehr eingehende Versuchsreihen der Wirkungsgrad der Presse in unmittelbarem Vergleich mit der Wage festgestellt worden ist (595 i) und jeder mit Hülfe der Wage vorgenommene Versuch die gewonnene Erfahrungszahl für den Wirkungsgrad vermehrt und sicherer macht.

**593.** Da beim Zugversuch die langen Hauptspindeln auf Knicken beansprucht werden, so war es nöthig, sie durch Stützen 31—33 gegenseitig zu kuppeln und mit dem Maschinenbett zu verbinden. Von diesen beiden Stützen ist 32, mittelst der Zugstangen 10, verstellbar eingerichtet,

so dass sie beim Vorfahren der Presse gegen die Wage nach links verschoben, aber beim Zurückfahren wieder in die alte Lage gebracht wird.

**594.** Das Maschinenbett hat von den in den Probekörpern erzeugten Kräften nichts, von den in den Spindeln erzeugten nur die Knickkräfte aufzunehmen und dient im Uebrigen lediglich zum Tragen der Maschinenteile. Die Rollen des Pressenwagens sind in Federn gelagert, die so angezogen werden können, dass alles Gewicht auf drei Rollen entfällt und die Gleitbacken in den Querhäuptern 3 u. 7 nur zur Bewegungssicherung dienen.

**595.** Der Konstruktionsgedanke für den Kraftmesser geht aus dem Schema Fig. 417 hervor. Die Zugkraft oder Druckkraft im Probekörper strebt in ihrer Gegenwirkung gegen die Druckkraft oder Zugkraft in den Spindeln jedesmal die beiden schweren Gusskörper 16 und 19 gegen einander zu nähern, und dieser Annäherung wirkt die Wage entgegen, indem sie zugleich die spielenden Kräfte misst. Der Vorgang ist folgender:

a. Beim Zugversuch wird der durch 4 im Körper erzeugte Zug auf das Querhaupt 19 übertragen. Im Querhaupt 19 sind aber die vier gusseisernen Winkelhebel 40 in Pfannen gelagert. Die Schneiden am kurzen Hebelarm wirken auf die Stützkörper 17, die mit ihren Schneiden und Pfannen am Querhaupt 16 gelagert sind. Dieses überträgt die von den Stützen 17 empfangene Kraft durch die Mutter 15 unmittelbar auf die Spindeln 13. Der Kreisschluss zum Probekörper erfolgt dann durch Vermittelung des Druckwassers in der Presse, wie früher schon besprochen. Die auf die Hebel 40 übertragenen Kräfte streben nun die langen Arme der beiden Winkelhebelpaare auseinander zu bringen. Diesem Streben wirken die Zugcylinder 23 entgegen, welche an dem auf den beiden oberen Hebeln durch Pfannen gestützten Wagehebel 25 angreifen. Die in den Winkelhebeln erzeugten Momente werden also auch auf diesen, den beiden Winkelhebeln gemeinsamen Hebel 25 und von dort auf die Laufgewichtswage 35 übertragen. Der ganze Kraftmesser ist auf einer Reihe von Pendelstützen frei beweglich gelagert, wie noch zu beschreiben ist; diese Stützen übertragen das ganze Gewicht auf das Maschinenbett. Der Kraftmesser ist in seiner Lage gegen Verschiebungen in wagerechter Richtung durch den mit dem Maschinenbett festverbundenen Bock 14 gehalten, der die Hauptspindeln 13 aufnimmt. Die Spindeln sind aber nicht mittelbar mit dem Bock verbunden; es ist vielmehr ein Gummipuffer eingeschaltet, der die Massenbeschleunigungen beim Bruch der Probe ausgleicht.

b. Beim Druckversuch wird von 6 aus die Kraft durch die Probe auf Querhaupt 16 und von da aus durch Stützen 17 und Winkelhebel 40 auf Querhaupt 19 übertragen, welches sie als Zugkraft an die Spindeln 13 zum Ausgleich in der Presse abgibt. Die Wirkung der Wage ist dann die gleiche, wie beim Zugversuch.

c. Ueber die Einzelheiten der Konstruktion des Kraftmessers ist noch Folgendes zu berichten. Die Stützung des Kraftmessers geschieht auf acht Pendeln 26, 27, 28 und 30, die zu beiden Seiten der Maschine angebracht sind. Vier Pendel 26 und 27 stützen das Querhaupt 19, das zu dem Zwecke an jeder Maschinenseite mit zwei starken Streben 34 durch Verzahnung und Verschraubung fest verbunden ist. Die Pendelstützen bestehen aus je einer Strebe zur Uebertragung der Eigengewichte der

Maschinenteile auf das Bett. Die Stützen gehen oben und unten mit Schneiden in Pfannen. Zugleich sind sie aber auch von Zugbändern umgeben, die mit Pfanne und Schneide die Maschinenteile gegen Abheben vom Bett sichern. Dem Querhaupt ist also völlig freie Bewegung in der Längsrichtung der Maschine gelassen, aber Bewegungen in der Senkrechten sind durch die Stützen und Zugbänder vermieden. Ebenso sind Kippbewegungen des Querhauptes 19 ausgeschlossen, wie sie angestrebt werden würden, wenn die Uebertragung der Kräfte durch die Wage nicht ganz gleichmässig erfolgen würde. Ganz in der gleichen Weise ist das Querhaupt 16 mit dem Maschinenbett verbunden. Die kräftigen Stangen 29 bilden wieder mit ihm ein starres Dreieck, das auf 28 und 30 gestützt ist. Die Spindeln 13 gehen lose und reibungsfrei durch die Büchsen am rechten Ende dieses Dreiecks.

*d.* Man erkennt also, dass die beiden Querhäupter in der Längsrichtung der Maschine frei beweglich, stets durch die beiden in entgegengesetzter Richtung wirkenden Kräfte in Stab und Spindeln gegen einander gepresst werden. Für den Fall der Unthätigkeit der Maschine sind die beiden Querhäupter 19 und 16 durch die Mutterpaare 20 und 15 auf den Spindeln in ihrer gegenseitigen Lage erhalten, sie können deswegen auch dann nicht, der labilen Stützung folgend, in der Längsrichtung unkippen, weil sie hieran durch den Bock 14 verhindert sind. Die Reibung in den Stützen 31—33 kommt noch mitwirkend hinzu.

*e.* Da die Uebertragung der Kräfte zwischen den beiden Querhäuptern durch vier Stützen geschieht, so musste besonders Bedacht darauf genommen werden, dass diese Uebertragung durch alle vier Stützen gleichmässig erfolgt. Die Schneiden in den Stützen mussten lang werden, wenn man mit der Schneidenbeanspruchung nicht über die in Abs. 493 angegebenen Maasse hinausgehen wollte. Es ist nicht leicht, vollkommene Parallelität in allen acht Berührungslinien [Schneiden und Pfannen] zu erzielen, und man muss mit geringen Fehlern rechnen.

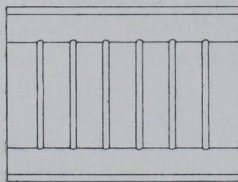
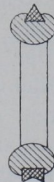


Fig. 418.



Deswegen erhielten die Stützkörper 17 die in Fig. 418 gezeichnete Gestalt. Sie sind aus Gusseisen mit Schlitten gegossen, so dass sie durch elastische Formänderungen leicht zum vollen Anliegen auf der ganzen Schneidenlänge kommen können, die immer vorhandenen geringen Fehler ausgleichend.

*f.* Die gusseisernen Hebel 40 werden bei der Uebertragung der auf sie entfallenden Kräfte elastische Formänderungen erleiden. Denkt man sie sich hierbei um ihre als fest betrachtete Winkelschneide drehend, so wird es in dem langen Hebelarm einen Punkt geben, welcher während der vollen beim Wechsel der Kraft von Null bis zum Höchstbetrage durchlaufenen Formänderung ganz oder nahezu seine ursprüngliche Lage behält. In diesem Punkte wurde vom Erbauer der Maschine die Stütze 22 für den unteren Hebel angebracht. Man kann diesen Punkt durch Rechnung oder durch den Versuch finden. Die Versuchsanstalt suchte ihn auf letzterem Wege, indem sie an die beiden Stützen 22 Spiegelapparate ansetzte und ihre elastischen Formänderungen bestimmte. Die Stützen wurden nun so lange in der Längsrichtung der Maschine verrückt, bis die elastischen Form-

änderungen bei Belastung der Maschine bis zur Höchstleistung und bei Entlastung den Mindestwerth erreichten. In dieser Lage wurden die Stützen endgültig befestigt.

g. Das Eigengewicht der Winkelhebel 40 und der übrigen Wagetheile spielte namentlich bei geringen Belastungen der Wage eine Rolle, weil es in den oberen Stützen 17 eine Zusatzspannung erzeugt, während in den unteren die Spannung vermindert wird. Deswegen musste das Eigengewicht der Wagebalken unmittelbar auf das Maschinenbett übertragen werden. Dies geschah durch die federnde Stütze 42 und Gegenhebel 43, wie in Fig. 417 und 419 gezeigt.

h. Um die Schläge, die beim Bruch der Probe in der Wage entstehen, aufzufangen, ist in jedes Winkelhebelpaar ein Holzpuffer 45 an den Stützen 44 angebracht.

Um die Wage auf die Richtigkeit des Uebersetzungsverhältnisses untersuchen zu können, hat der Erbauer eine Kontrolwage 21 (Fig. 1 und 2) vorgesehen.

i. Die Kontrolwagen sind selten zuverlässig und gestatten nur die Prüfung der Maschine in ganz gering belastetem Zustande. Dass dies nicht ausreichend ist, lehrt jede genaue Prüfung einer Maschine. Die Versuchsanstalt hat deswegen die Benutzung einer Kontrolwage von vornherein ganz aufgegeben und gab der für die Ausführung von Versuchen mit kurzen Probekörpern vorgesehenen Verlängerungsstange solche Formen und Abmessungen, dass sie als Kontrolstab für die Maschine dienen konnte. Sie ist cylindrisch, von 160 mm Durchmesser und 8,4 m Länge, aus Kruppschem Kanonenstahl gefertigt und erhielt noch ein Verlängerungsstück von der in Fig. 420 angenommenen Form aus

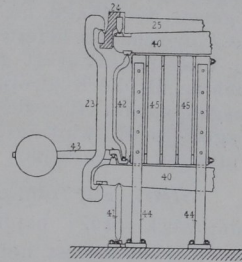


Fig. 419.

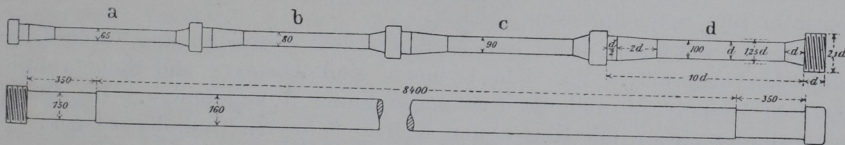


Fig. 420.

dem gleichen Material. Dieses Verlängerungsstück sollte dazu dienen, um zu zeigen, wie die Maschinentheile die beim Bruch auftretenden Schläge und Stöße aushielten. Zugleich wurde es aber auch benutzt, um das Material der Kontrolstange genau kennen zu lernen und einen Anschluss an die übrigen Maschinen der Anstalt zu gewinnen. Zu dem Zweck wurde das Verlängerungsstück auf der vorher und nachher sorgfältig geprüften und berichtigten Werder-Maschine auf seine elastischen Dehnungen bis 100000 kg Belastung untersucht. Dann wurde es mit der Verlängerungsstange der Hoppe-Maschine verkuppelt und nun so belastet, dass die gleichen Spiegelapparate, die bei der Prüfung in der Werder-Maschine dienten, die gleichen Verlängerungen anzeigten wie dort. Bei jeder auf diese Weise eingestellten Laststufe wurden zugleich die an der grossen Verlängerungsstange angebrachten Spiegelapparate (696), die Anzeigen der Wage und Manometer abgelesen.

Aus einer Anzahl vollständiger Versuchsreihen ergab sich auf diese Weise, dass die Dehnungen in den einzelnen Abschnitten des Verlängerungsstückes und die des grossen Kontrolstabes bis zu 100000 kg proportional waren, während die Anzeigen der Wage geringfügige gesetzmässige Abweichungen zeigten. Nun wurden die Spiegelapparate abgenommen und das erste Stabstück bei etwa 200000 kg abgerissen. Dabei wurde so vorgegangen, dass die mit einem elek-

trischen Schlüssel verbundene Wage auf bestimmte Belastungen eingestellt und hierauf vom anderen Raum aus durch ein Ventil Druck in den Presscylinder gegeben wurde, bis das Klingelzeichen das Einspielen der Wage anzeigte. Nach einer geringen Entlastung wurde die Wage auf höhere Belastung eingestellt und wie früher verfahren, bis der Bruch erfolgte. Darauf wurden auf einander und in gleicher Weise die für 300 000, 400 000 und 500 000 kg Bruchlast berechneten Stabtheile abgerissen und festgestellt, dass die Wage die Stösse vertrug.

Nunmehr ist durch häufig wiederholte Versuche das Verhältniss der Ablesungen an den Wagen und an den Manometern (592 c) zu den elastischen Dehnungen des grossen Kontrolstabes festgestellt worden. Es erwies sich, dass die Angaben der Wage nicht ganz streng proportional den Stabdehnungen sind. Die Aufzeichnung lieferte eine ganz schwach gekrümmte Linie. Da nach der in der Versuchsanstalt gesammelten Erfahrung die Wagen leichter Aenderungen erfahren als die Kontrolstäbe, so wird für die Zukunft der grosse Kontrolstab als Ausgangspunkt für die Maschinenkontrolle benutzt, und die Korrektur für die Wageablesung wird in Tabellenform auf Grund der wiederholten Kontrolstabprüfungen festgestellt.

**596.** Für den Antrieb wird das früher beschriebene Hoppesche Pumpwerk (457) benutzt; es ist ein Druck bis zu 420 at erforderlich. Zur Regulirung ist neben den Anlassventilen 37 für die städtische Wasserleitung und für die Hochdruckleitung ein Sicherheitsventil 36 mit Federbelastung vorhanden, das unter Zusammendrückung der Belastungsfeder nach einer Skala eingestellt werden kann, die entsprechend der auf den Probestab ausgeübten Kraftleistung nach Tonnen eingetheilt ist. In dem Cylinder kann also keine höhere Kraftleistung erzeugt werden als durch das Sicherheitsventil vorgeschrieben wurde. Der Beobachter beherrscht von seinem Platz neben den Ventilen aus ganz allein alle Vorgänge in der Maschine. Er braucht von seinem Stuhl vor den Spiegelapparaten (696) nicht aufzustehen und kann von dort aus sich selbst die Spiegel auf Null stellen, die Ventile und die Wage bedienen und letztere mit Hilfe von Fernrohr und Spiegelprismen ablesen.

Das Druckwasser wird dem Cylinder vom Ventil 36 aus durch Teleskoprohre zugeführt. Vor dem Cylinder sind Absperr- und Steuerventile für den Cylinder 2 und die Rückzugscylinder 5 angebracht. Die Rückzugscylinder ziehen mit Ketten den Kolben 6 in den Cylinder zurück.

**597.** Es sind Einspannvorrichtungen vorhanden für Zugprüfungen mit Rund- und Flachstäben von grossen Abmessungen, für ganze Winkel-eisen bis zu 120 mm Schenkellänge, für Drahtseile und Laufseile von grossen Durchmessern (100 mm und mehr), von schweren Ankerketten u. a. m. Für die Prüfung von ganzen Konstruktionsstücken werden die Vorrichtungen von Fall zu Fall beschafft. Solche Stücke müssen in ihren Querabmessungen in einen Kreis von 800 mm Durchmesser fallen.

## 6. Maschine von H. Gollner.

(Taf. 13.) (L 220.)

**598.** Allgemeines. Die Festigkeitsprobir-Maschine von Gollner ist seit dem Jahr 1877 in mehreren Exemplaren von der Firma F. J. Müller in Prag gebaut worden. Sie ist für alle Arten von Versuchen eingerichtet. Ich kann hier nur die Hauptzüge beschreiben; die Einzelheiten hat Gollner ausführlich dargestellt (L 220). Die Maschine ist für Kraftleistungen von 20 000 kg für Zug- und von 10 000 kg für Biege- und Drehver-